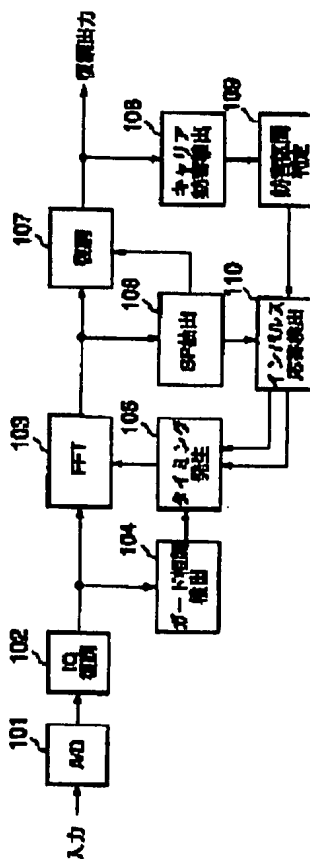


Patent Abstracts of Japan

TITLE : OFDM RECEIVER



SOLUTION: In an initializing state, a guard correlation detection circuit 104 detects a symbol start timing through guard correlation and a timing generating circuit 105 sets an FFT window start position at a proper position on the basis of the timing. After FFT demodulation, a carrier disturbance detection circuit 108 obtains variance of a demodulation output for each carrier and a disturbance block discrimination circuit 109 discriminates validity/invalidity, on the basis of the variance for each prescribed frequency block. An impulse response detection circuit 110 uses an SP signal for a consecutive frequency block discriminated to be valid. A timing generating circuit 105 receives an impulse response detection timing from the impulse response detection circuit 110 to correct a window position.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-332727

(P2000-332727A)

(43) 公開日 平成12年11月30日(2000.11.30)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

ターマート*(参考)

H 0 4 J 11/00

H 0 4 J 11/00

Z 5 K 0 2 2

H 0 4 B 1/10

H 0 4 B 1/10

L 5 K 0 4 7

H 0 4 L 7/00

H 0 4 L 7/00

F 5 K 0 6 2

審査請求 未請求 請求項の数6 ○L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平11-141696

(22) 出願日

平成11年5月21日(1999.5.21)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(71) 出願人 000221029

東芝エー・ピー・イー株式会社

東京都港区新橋3丁目3番9号

(72) 発明者 関 隆史

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株

式会社東芝横浜事業所内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

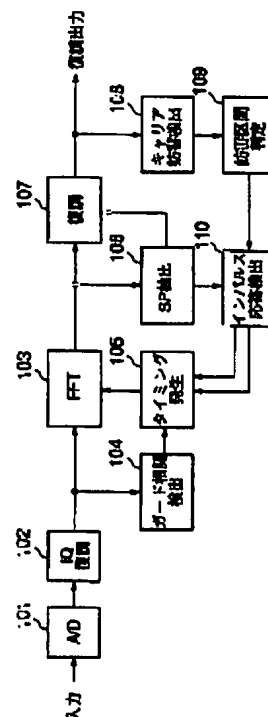
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 OFDM受信装置

(57) 【要約】

【課題】 特定のキャリアが妨害を受けた場合でも、インパルス応答を正しく検出して適切なFFTウィンドウ位置を保てるようにする。

【解決手段】 初期状態において、ガード相関検出回路104でガード相関によりシンボル開始タイミングが検出され、タイミング発生回路105において、そのタイミングに基づいて適当な位置にFFTウィンドウ開始位置が設定される。FFT復調後、キャリア妨害検出回路108において、復調出力の分散値がキャリア毎に求められ、妨害区間判定回路109にて所定の周波数区間毎に分散値に基づき有効/無効が判定される。インパルス応答検出回路110では、有効と判定された連続する周波数区間のSP信号を用いてインパルス応答を検出する。タイミング発生回路105では、インパルス応答検出回路110からインパルス応答検出タイミングを受け取ってウィンドウ位置を補正する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】特定の周波数に既知の信号が含まれるOFDM信号を受信するOFDM受信装置において、受信されたOFDM信号を入力し、ウィンドウ範囲の受信OFDMシンボルをFFT処理し、このFFT処理結果から前記既知の信号を抽出して基準信号を生成し、この基準信号を用いて各OFDMシンボルのFFT処理結果を復調するFFT復調手段と、このFFT復調手段に入力される受信OFDM信号を用いて受信OFDMシンボルのシンボルタイミングを検出するシンボルタイミング検出手段と、前記FFT復調手段の出力を用いてキャリア毎の妨害を検出する妨害検出手段と、この手段の妨害検出の有無を所定周波数ブロック単位で判定することにより、その周波数ブロックの有効／無効を判定する妨害判定手段と、この手段の妨害判定結果に基づいて前記FFT復調手段で得られる基準信号のインパルス応答を検出するインパルス応答検出手段と、前記シンボルタイミング手段で検出されたシンボルタイミングに基づいて前記ウィンドウの位置の初期引き込みを行い、次に前記妨害判定手段で判定される有効な周波数ブロックの数が所定数以上連続する場合にのみ、前記インパルス応答検出手段により検出されるインパルス応答のタイミングを用いて前記ウィンドウの位置を補正するウィンドウ位置制御手段とを具備することを特徴とするOFDM受信装置。

【請求項2】所定の周波数ブロック単位で基準信号の有無が異なるとともに、基準信号の有無を含む伝送パラメータ情報が多重されたOFDM（直交周波数分割多重）信号を受信するOFDM受信装置において、受信されたOFDM信号を入力し、ウィンドウ範囲の受信OFDMシンボルをFFT処理し、このFFT処理結果から各OFDMシンボルのFFT処理結果を復調するFFT復調手段と、このFFT復調手段に入力される受信OFDM信号を用いて受信OFDMシンボルのシンボルタイミングを検出するシンボルタイミング検出手段と、前記FFT復調手段の出力を用いてキャリア毎の妨害を検出する妨害検出手段と、この手段の妨害検出の有無を所定周波数ブロック単位で判定することにより、その周波数ブロックの有効／無効を判定する妨害判定手段と、前記FFT復調手段の出力から前記伝送パラメータを復号する伝送パラメータ復号手段と、前記妨害判定手段の出力および前記伝送パラメータ復号手段の出力に基づいて、前記FFT復調手段に含まれる基準信号のインパルス応答を検出するインパルス応答検出手段と、前記シンボルタイミング手段で検出されたシンボルタイ

ミングに基づいて前記ウィンドウの位置の初期引き込みを行い、次に前記基準信号を含む周波数ブロックの数が所定数以上で、前記妨害判定手段で判定される有効な周波数ブロックの数が所定数以上連続する場合にのみ、前記インパルス応答検出手段により検出されるインパルス応答のタイミングを用いて前記FFTウィンドウの位置を補正するウィンドウ位置制御手段とを具備することを特徴とするOFDM受信装置。

【請求項3】前記妨害検出手段は、前記FFT復調手段の出力から復調コンスタレーションの分散を検出することを特徴とする請求項1または2に記載のOFDM受信装置。

【請求項4】前記妨害判定手段は、前記FFT復調手段の出力から復調コンスタレーションの分散を周波数ブロック単位で平均し、この平均結果から妨害の有無を判定することを特徴とする請求項1または2に記載のOFDM受信装置。

【請求項5】前記ウィンドウ位置制御手段は、前記妨害判定手段で判定される有効な周波数ブロックの連続する数が所定時間にわたって前記所定数よりも少ない場合に、前記シンボルタイミング検出手段の出力を用いて前記FFTウィンドウの位置を補正することを特徴とする請求項1または2に記載のOFDM受信装置。

【請求項6】特定の周波数に既知の信号が含まれるOFDM信号を受信し、ウィンドウ範囲の受信OFDMシンボルをFFT処理し、このFFT処理結果から前記既知の信号を抽出して基準信号を生成し、この基準信号を用いて各OFDMシンボルのFFT処理結果を復調するOFDM受信装置に用いられ、前記FFT処理前の受信OFDM信号を用いて受信OFDMシンボルのシンボルタイミングを検出し、前記復調後の出力を用いてキャリア毎の妨害の有無を所定周波数ブロック単位で判定して各周波数ブロックの有効／無効を判定し、この妨害判定結果に基づいて前記基準信号のインパルス応答を検出し、前記シンボルタイミングに基づいて前記ウィンドウの位置の初期引き込みを行い、次に前記妨害判定における有効な周波数ブロックの数が所定数以上連続する場合にのみ、前記インパルス応答のタイミングを用いて前記ウィンドウの位置を補正することを特徴とするOFDM受信装置のFFTウィンドウ位置制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ディジタル変調方式の一つである直交周波数分割多重（以下、OFDM）変調方式により生成されたOFDM信号を受信するOFDM受信装置に関し、特にOFDM復調におけるFFT（高速フーリエ変換）ウィンドウ位置の検出方式に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、音声信号および映像信号の伝送においてデジタル変調方式の開発が盛んである。特に地上デジタル放送においては、マルチパス妨害に強いOFDM変調方式が注目されている。以下、本発明に関連する従来の技術について説明する。

【0003】OFDM信号の1シンボル期間は、ガード期間と有効シンボル期間により構成されている。ガード期間はマルチパスによる遅延波の影響を除去するために設けられている。このガード期間を利用して、シンボル間干渉の生じない位置にFFTの復調窓（以下、FFTウィンドウ）を設定することにより、マルチパス波が存在する場合でも良好な受信が可能となる。

【0004】OFDM受信装置において、FFTウィンドウを検出する方法として、特願平8-242664に伝送信号に含まれる基準OFDMシンボルのインパルス応答を利用する方法が示されている。ここに示される方法では、全キャリアの基準信号を用いてインパルス応答を検出している。しかしながら、例えばアナログTV放送の同一チャンネル妨害のような受信条件においては、特定の周波数が非常に大きな妨害を受けるため、インパルス応答の検出が困難になるという問題がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】以上述べたように、従来のOFDM受信装置では、インパルス応答を用いてFFTウィンドウを検出する場合、全キャリアの基準信号を用いてインパルス応答を検出しているため、例えばアナログTV放送の同一チャンネル妨害等によって特定周波数のキャリアが非常に大きな妨害を受けると、インパルス応答の検出が困難になり、適切なFFTウィンドウ位置を保つことができなくなるという問題がある。

【0006】そこで本発明では、特定のキャリアが妨害を受けた場合でもインパルス応答を正しく検出することができ、これによって適切なFFTウィンドウ位置を保つことのできるOFDM受信装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために本発明は、特定の周波数に既知の信号が含まれるOFDM信号を受信するOFDM受信装置において、受信されたOFDM信号を入力し、ウィンドウ範囲の受信OFDMシンボルをFFT処理し、このFFT処理結果から前記既知の信号を抽出して基準信号を生成し、この基準信号を用いて各OFDMシンボルのFFT処理結果を復調するFFT復調手段と、このFFT復調手段に入力される受信OFDM信号を用いて受信OFDMシンボルのシンボルタイミングを検出するシンボルタイミング検出手段と、前記FFT復調手段の出力を用いてキャリア毎の妨害を検出する妨害検出手段と、この手段の妨害検出の有無を所定周波数ブロック単位で判定することによ

り、その周波数ブロックの有効／無効を判定する妨害判定手段と、この手段の妨害判定結果に基づいて前記FFT復調手段で得られる基準信号のインパルス応答を検出するインパルス応答検出手段と、前記シンボルタイミング手段で検出されたシンボルタイミングに基づいて前記ウィンドウの位置の初期引き込みを行い、次に前記妨害判定手段で判定される有効な周波数ブロックの数が所定数以上連続する場合にのみ、前記インパルス応答検出手段により検出されるインパルス応答のタイミングを用いて前記ウィンドウの位置を補正するウィンドウ位置制御手段とを具備することを特徴とするものである。

【0008】上記構成では、入力される受信OFDM信号を用いて受信OFDMシンボルのシンボルタイミングを検出して、そのタイミングでFFTウィンドウ開始位置の初期引き込みを行い、FFT復調出力を用いてキャリア毎の妨害を検出し、その妨害検出の有無を所定周波数ブロック単位で判定して、各周波数ブロックの有効／無効を判定する。ここで、OFDM信号の特定の周波数に既知の信号が含まれており、FFT復調処理で既知の信号を抽出して基準信号を生成していることを利用し、妨害判定結果に基づいて基準信号のインパルス応答を検出し、妨害判定による有効な周波数ブロックの数が所定数以上連続する場合にのみ、インパルス応答のタイミングを用いてFFTウィンドウの開始位置を補正するようにしている。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0010】まず、本実施形態で用いられるOFDM信号について説明する。先に述べたように、OFDM信号の1シンボル期間は、図4に示すように、ガード期間と有効シンボル期間により構成されている。ガード期間はマルチパスによる遅延波の影響を除去するために設けられるもので、このガード期間には有効シンボル期間の後部と同じ信号が割り当てられる。FFT復調では、このガード期間を利用して、シンボル間干渉の生じない位置に有効シンボル長に相当するFFTウィンドウを設定する。

【0011】また、OFDM信号には、同期検波用に基準OFDMシンボルを周期的に配置したり、図5に示すように周波数方向及び時間方向の所定位置に分散パイロット（SP）信号を基準信号として配置した構成のものもある。

【0012】図1は本発明におけるOFDM受信装置の一実施形態を示す図であり、図6に示すSP信号を含むOFDM信号を受信する受信装置の例である。

【0013】図1において、入力信号はA/D（アナログ／デジタル）変換器101によってデジタル信号に変換されて、さらにI/Q復調回路102により複素ベースバンド信号に変換される。I/Q復調回路102の出

力は、FFT回路103に供給されるとともに、分岐されてガード相関検出回路104に供給される。

【0014】ガード相関検出回路104は、入力されたOFDM信号を有効シンボル期間相当遅延させ、その遅延前後のOFDM信号を比較してガード期間の相関ピークを検出することでシンボル開始タイミングを検出するもので、この相関結果はタイミング発生回路105に供給される。タイミング発生回路105は、ガード相関出力に基づいてFFTウィンドウの開始タイミング信号（以下、FFTウィンドウ信号）を発生するもので、このFFTウィンドウ信号はFFT回路103に供給される。

【0015】一方、FFT回路103は、タイミング発生回路105からのFFTウィンドウ信号を基準として、有効シンボル相当分のウィンドウを設定し、その区間の信号に対してFFT処理を行って、各キャリアのデータを得る。このFFT回路103の出力は、復調回路107に供給されるとともに、分岐されてSP抽出回路106に供給される。SP抽出回路106は、FFT出力からSP信号を抽出して時間方向および周波数方向の補間を行って基準信号を生成するもので、この基準信号は復調回路107とともにインパルス応答検出回路110に供給される。

【0016】上記復調回路107は、基準信号に基づいてFFT出力の各キャリアの等化を行って各キャリアのデータを復調するもので、この復調出力は分岐されてキャリア妨害検出回路108に供給される。このキャリア妨害検出回路108は、キャリア毎の変調方式に基づいて復調出力の分散の度合（I信号およびQ信号で表される受信点の送信点からの差：以下、分散値と称する）をキャリア毎に求めるもので、ここで求められたキャリア毎の分散値は妨害区間判定回路109に供給される。この妨害区間判定回路109は、所定の周波数区間毎に分散値を平均して所定のしきい値と比較し、その比較結果がしきい値より小さいときはその周波数区間を有効と判定し、しきい値以上となるときは無効と判定する。ここで得られた周波数区間毎の判定結果はインパルス応答検出回路110に供給される。

【0017】インパルス応答検出回路110は、妨害区間判定回路109で有効と判定された連続する周波数区間のSP信号を用いてインパルス応答のタイミングを検出するものであるが、このとき連続する有効な周波数区間の数が所定以上の場合にのみ、インパルス応答のタイミングを検出して、そのインパルス応答タイミング信号とともに有効フラグを出力する。

【0018】インパルス応答検出回路110の出力はタイミング発生回路105に供給される。このタイミング発生回路105では、インパルス応答検出回路110から有効フラグが供給されるとき、インパルス応答タイミング信号を入力して、これに基づいてFFTウィンドウ

の開始位置を補正する。また、インパルス応答が所定時間にわたって無効である場合は、ガード相関検出回路104の出力を用いてFFTウィンドウの開始位置を補正する。

【0019】上記構成において、以下にその具体的な処理動作を説明する。

【0020】まず、初期状態において、ガード相関検出回路104でガード相関によりシンボル開始タイミングが検出され、タイミング発生回路105において、そのシンボル開始タイミングに基づいて適当な位置にFFTウィンドウ開始位置が設定される。以上により、FFTウィンドウの初期引き込みが確立する。

【0021】FFTウィンドウの初期引き込みが確立した後、FFT回路103では、FFTウィンドウで指定される区間、すなわち有効シンボル分の信号に対してFFT処理が行われ、これによって得られた各キャリアのデータは、復調回路107およびSP抽出回路106に供給される。SP抽出回路106では、各キャリアデータから図5に示すSP信号が抜き出され、時間方向および周波数方向の補間により基準信号が生成される。復調回路107ではこの基準信号に基づいて各キャリアの等化が行われる。

【0022】一方、キャリア妨害検出回路108において、キャリア毎の変調方式に基づいて復調出力の分散の度合（以下、分散値）がキャリア毎に求められた後、妨害区間判定回路109にて所定の周波数区間毎に平均化され、この所定の周波数区間の分散値がしきい値より小さい場合には、その周波数区間は有効と判定される。

【0023】この妨害区間判定回路109の判定結果を受けたインパルス応答検出回路110では、例えば図2（ここでは同一チャンネルのテレビジョン信号によるアナログ妨害を受けている場合を示している。）に示すように、有効と判定された連続する周波数区間のSP信号を用いてインパルス応答を検出する。このとき有効な周波数区間の数が所定数以上連続する場合に、インパルス応答を検出して、インパルス応答検出の有効フラグを出力する。

【0024】タイミング発生回路105では、インパルス応答検出回路110から有効フラグを受けると、そのときのインパルス応答検出タイミングを受け取ってFFTウィンドウの開始位置を補正する。また、インパルス応答が所定時間にわたって無効である場合は、ガード相関検出回路104の出力を用いてFFTウィンドウの開始位置を補正する。

【0025】以上により、所定周波数区間の妨害判定結果に基づいてインパルス応答を検出することにより、特定のキャリア妨害の影響を受けることなくFFTウィンドウを最適位置に設定することができる。また、妨害を受けている周波数区間が広い場合には、インパルス応答検出が無効であると判定することにより、妨害による誤

同期を防ぐことができる。

【0026】図3は本発明におけるOFDM受信装置の他の実施形態を示す図であり、所定帯域幅のOFDMブロック単位で伝送方式の異なるOFDM信号を受信する受信装置の例である。

【0027】図3の実施形態において、入力信号は13個の周波数ブロック単位で伝送方式が規定されている。伝送フォーマットの例を図6に示す。図6(a)は、13個のOFDMブロックの変調方式が全て64QAMの場合の例であり、各OFDMブロックには図5に示すSP信号が含まれている。図6(b)は、中央のOFDMブロックの変調方式がDQPSK、それ以外のOFDMブロックの変調方式が64QAMの場合の例である。変調方式がDQPSKのOFDMブロックにおいては、遅延検波によりデータを復調するため、SP信号は含まれていない。図6(c)は、両端のOFDMブロックの変調方式が64QAM、それ以外の変調方式がDQPSKの場合の例である。

【0028】以上、図6に示す伝送方式においては、OFDMブロック単位のキャリア変調方式に応じてSP信号の有無が異なっており、キャリア変調方式を含む伝送パラメータ情報(TMCC)は特定のキャリアにより伝送されている。このようなフォーマットのOFDM信号を受信する場合の本発明の実施形態を図3を用いて説明する。尚、図3において図1と同一部分には同一符号を付して示し、ここでは重複する説明を省略する。

【0029】図3において、FFT回路103の出力は、分岐されてTMCC検出回路111に供給される。TMCC検出回路111は、特定の周波数位置に伝送されているTMCCキャリアを復調することによりTMCCを検出する。TMCC信号は、受信装置内の図示しない情報処理系ブロックに供給されるとともに、妨害区間判定回路109およびインパルス応答検出回路110に供給される。

【0030】妨害区間判定回路109においては、妨害検出の周波数判定区間はOFDMブロックの帯域幅と等しくなっており、TMCCを参照してSPを含むOFDMブロックについてのみ妨害判定を行う。妨害区間判定回路109の出力は、インパルス応答検出回路110に供給される。

【0031】インパルス応答検出回路310は、まずTMCC検出回路106で検出されるTMCCを参照して、SP信号を含むOFDMブロックの数が所定数より小さい場合は、インパルス応答検出は無効であると判定する。SP信号を含むOFDMブロックの数が所定数以上の場合は、妨害区間判定回路309の出力を参照して、有効な周波数区間の数が所定数以上連続する場合

は、インパルス応答を検出して、インパルス応答検出の有効フラグをインパルス応答検出タイミング信号と共にタイミング発生回路105へ出力する。以後、図1に示した実施形態と同様の処理がなされる。

【0032】以上により、キャリア妨害の判定区間をOFDMブロックと等しくすることにより、特定のキャリア妨害の影響を受けることなくFFTウィンドウを検出することができるとともに、TMCCを参照してSPを含むOFDMブロックの数が少ない場合にはインパルス応答検出を無効とすることにより、妨害による誤同期を防ぐことができる。

【0033】なお、本発明の実施形態においては、SP信号を用いてインパルス応答を検出する場合の例を示したが、特定の基準OFDMシンボルを用いてインパルス応答を検出する場合にも適用できることは明らかである。また、本発明は様々な変形が可能であり、例えば、キャリア妨害検出回路108において、FFT復調出力の分散値検出の手法としては、復調コンスタレーションの時間方向、または時間方向及び周波数方向の分散を検出する方法がある。このように本発明は実施形態に限定されるものではない。

【0034】

【発明の効果】以上に説明したように本発明によれば、特定のキャリアが妨害を受けた場合でもインパルス応答を正しく検出することができ、これによって適切なFFTウィンドウ位置を保つことのできるOFDM受信装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のOFDM受信装置の一実施形態を示すブロック構成図。

【図2】 同実施形態の妨害検出の例を示す周波数分布図。

【図3】 本発明のOFDM受信装置の他の実施形態を示すブロック構成図。

【図4】 同実施形態に用いられるOFDM信号の伝送フォーマットを説明する図。

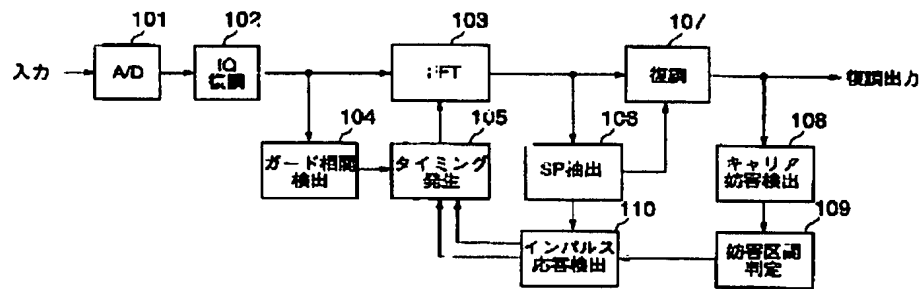
【図5】 上記OFDM信号に含まれるSP信号の例を示す図。

【図6】 同実施形態に用いられるOFDM信号の伝送フォーマットの例を示す図。

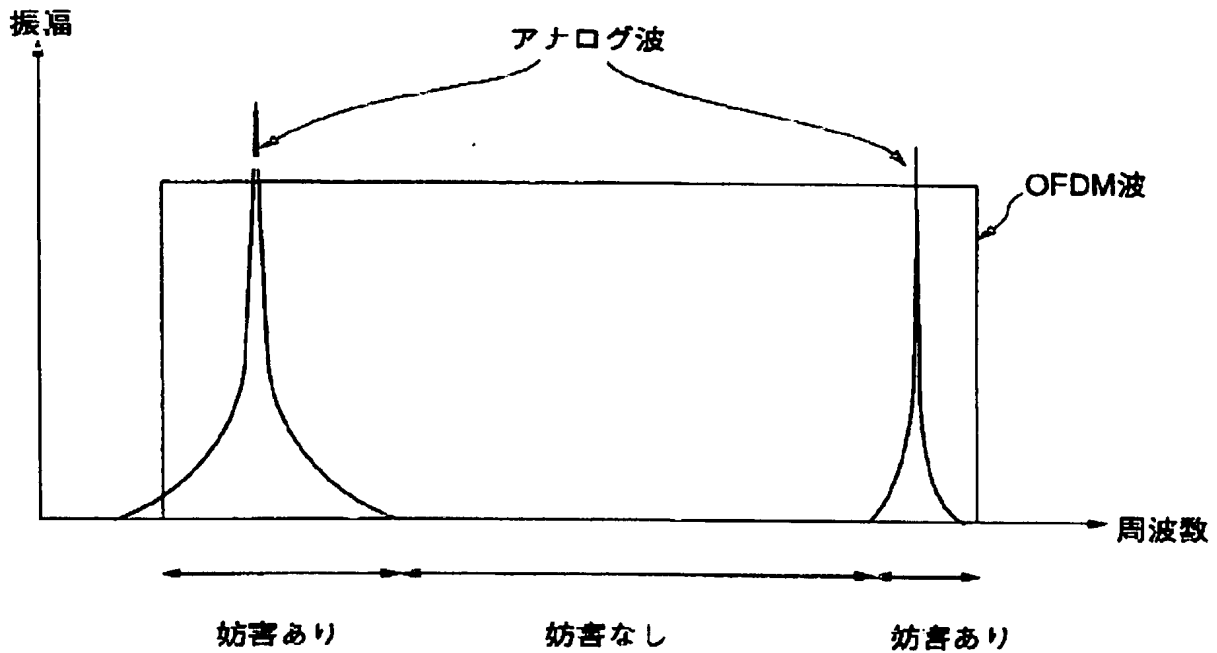
【符号の説明】

101…A/D変換器、102…I/Q復調回路、103…FFT回路、104…ガード相関検出回路、105…タイミング発生回路、106…SP抽出回路、107…復調回路、108…キャリア妨害検出回路、109…妨害区間判定回路、110…インパルス応答検出回路、111…TMCC検出回路。

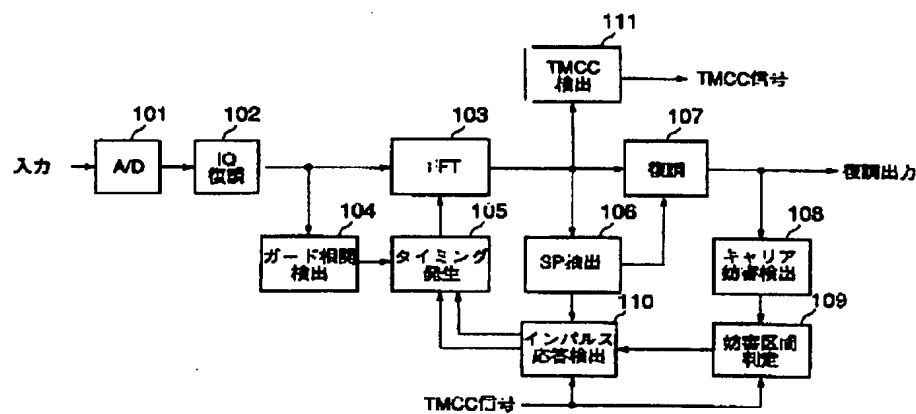
【図1】



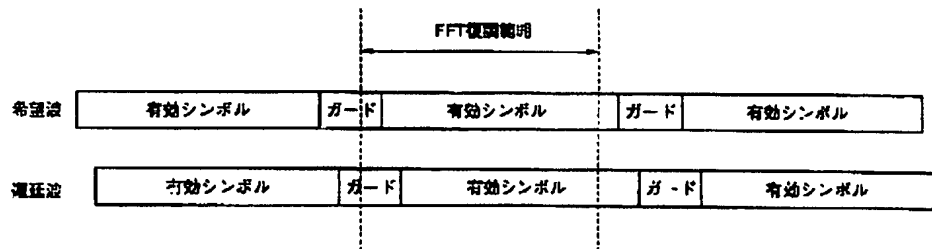
【図2】



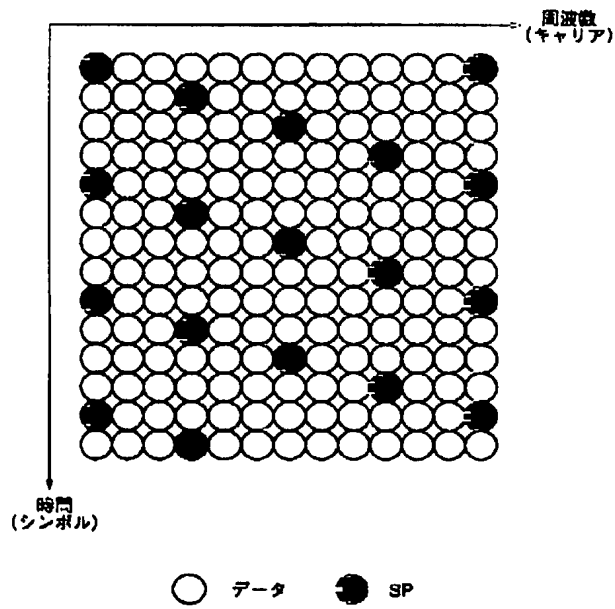
【図3】



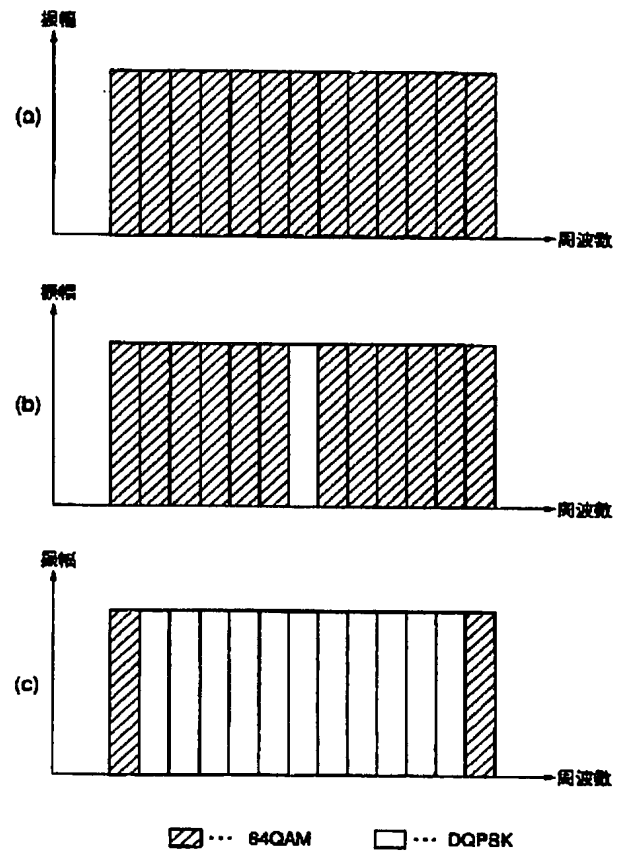
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 多賀 昇
東京都港区新橋3丁目3番9号 東芝エ
ー・ビー・イー株式会社内

Fターム(参考) 5K022 DD01 DD18 DD33 DD42
5K047 AA11 BB01 CC01 GG41 HH03
HH12 KK03 KK13 MM12
5K052 AA01 AA11 BB02 CC06 DD03
EE11 EE12 FF31 GG42